# 華釉小蜂（膜翅目：釉小蜂科）之貯存與產卵調節能力

錢景秦*　古琇芷　張淑貞

台中縣霧峰鄉 行政院農業委員會霧峰農業試驗所應用動物組

(接受日期：2005 年 8 月 16 日)

## 摘　要

錢景秦*、古琇芷、張淑貞 2005　華釉小蜂（膜翅目：釉小蜂科）之貯存與產卵調節能力　植保會刊　47：213 – 227

本文探討華釉小蜂（*Neochrysocharis Formosa* (Westwood)）貯存之蟲期與條件及雌蜂經貯存後之產卵調節能力。第一日齡蛹在 8℃下經貯存 1～2 週後在 25℃下之羽化率即下降為 71.1～78.4%，與對照組之 93.2%呈顯著差異。而第一日齡蛹在 10℃下經貯存 1～6 週後在 25℃下之羽化率達 90.9～99.3%與對照組相當或更高，且彼等初羽化成蜂移入 25℃定溫並每日供應寄主非洲菊斑潛蠅（*Liriomyza trifolii* (Burgess)）幼蟲與純蜂蜜時，僅蜂蛹貯存 1 週者之致死寄主能力與生育力與對照組無顯著差異，而蜂蛹貯存 2～3 週者之雌蜂壽命、致死寄主總數及子蜂數均顯著較對照組各減少 18.2～31.8%、47.0～52.5%及 29.7～31.2%，甚至蜂蛹貯存 4 與 5 週者，子代雌性比顯著較對照組各減少 37 與 96%。成蜂在 15～30℃下僅以純蜂蜜餵食時，以 15℃時雌、雄蜂壽命最長，各為 68.3 與 56.6 日，且雌、雄蜂各貯存 55 與 45 日後之存活率仍高達 80%。同時發現雌蜂在 15 或 25℃下餵食純蜂蜜待貯存期滿移入 25℃定溫且每日供應寄主與純蜂蜜後，僅雌蜂在 15℃下貯存 10～40 日或在 25℃下貯存 10 日者，其致死寄主能力與生育力（fertility）與對照組無顯著差異；其餘各處理組致死寄主總數與子蜂數則均顯著受雌蜂貯存之影響，如雌蜂在 15℃下貯存 50 日或在 25℃下貯存 20 日者，其致死寄主總數較對照組各減少 53.0 或 36.4%，子蜂數較對照組各減少 44.6 或 26.7%。總之，華釉小蜂不論繁殖或釋放時，其貯存之最適蟲期與條件均為雌蜂在 15 或 25℃下餵食純蜂蜜各貯存 10～40 或 10 日、或第一日齡蜂蛹在 10℃下貯存 1 週，其次為雌蜂在 15 或 25℃下餵食純蜂蜜各貯存 50 或 20 日、或第一日齡蜂蛹在 10℃下貯存 2～3 週。另雌蜂經貯存後再遇寄主時確具

* 通訊作者。E-mail: chien@wufeng.tari.gov.tw

產卵調節能力，其中以在 15℃下貯存 10～30 日或在 25℃下貯存 10～20 日者之日產卵型式與對照組最爲近似，但其他各處理組不僅產卵期縮短且產卵高峰期延後，此現象在 25℃下尤其明顯。

(關鍵詞：華釉小蜂、非洲菊斑潛蠅、貯存、致死寄主能力、產卵調節能力)

## 緒　言

華釉小蜂（*Neochrysocharis formosa* (Westwood)）寄主範圍廣泛，包括鞘翅目、鱗翅目、雙翅目及膜翅目等 50 種寄主[1, 13, 15, 17, 23]。該蜂在美國佛州與夏威夷州寄生蔬菜斑潛蠅(*Liriomyza sativae* (Blanchard)）與非洲菊斑潛蠅（*L. trifolii* (Burgess)）[14, 16]，且在佛州之芹菜與番茄上爲斑潛蠅之優勢種寄生蜂[21, 22]；在關島爲長豇豆（*Vigna unguiculata* (L.) Walp.）與菜豆（*Phaseolus vulgaris* L.）上非洲菊斑潛蠅最常見之寄生蜂[20]；在中國大陸華南地區爲豆科與瓜類蔬菜上蔬菜斑潛蠅之優勢種寄生蜂[2]；在臺灣中部非洲菊園內不僅爲非洲菊斑潛蠅之本地種優勢寄生蜂[4]，且由其生物性亦顯示爲有效寄生蜂[1, 5, 7, 8, 9]。進行害蟲生物防治時，爲配合害蟲之發生，常需貯存天敵以備適時釋放，如此天敵之貯存蟲期與條件即爲害蟲生物防治成敗的關鍵之一。然華釉小蜂貯存之相關資料有限，僅知該蜂壽命除受溫度影響外，尚受蜂蜜與其寄主體液之影響[9]。另外當寄主缺乏時，寄生蜂是否具有產卵調節能力，亦爲評估有效寄生蜂之要件之一。爲增進華釉小蜂對非洲菊斑潛蠅生物防治之利用，乃進行本試驗，探討華釉小蜂最適之貯存蟲期與條件及該蜂之產卵調節能力，冀能提供該蜂貯存技術與保育措施之參考。

## 材料與方法

### 寄主植物、寄主昆蟲及寄生蜂之繁殖

本試驗所用之非洲菊斑潛蠅蟲源、寄主植物菜豆（*Phaseolus vulgaris* var. *communis* Aeschers）苗及寄主非洲菊斑潛蠅之繁殖方法，如錢與古[3]所述。華釉小蜂之蟲源與繁殖方法，則如錢與古[5, 7]所述。即以帶有第三齡非洲菊斑潛蠅幼蟲潛食之罐插菜豆苗，繁殖華釉小蜂。

### 寄生蜂寄生致死寄主與取食致死寄主之區分

本試驗中區分寄主幼蟲被華釉小蜂寄生或取食後之致死徵狀，係依錢與古[5, 7]所述，被寄生者體黃色、外形鬆弛拉長但仍保持原來之飽滿、消化管內無暗綠色之內容物、呈深度麻痺狀態；被取食者體黃褐色、外形伸長體扁且萎縮、消化管內仍殘有暗綠色之內容物、傷口處留有乾涸之體液。

### 低溫貯存蜂蛹對蜂蛹發育之影響

先將在 25 ℃下繁殖之第一日齡蜂蛹每 30 個裝入 7 x 1.5 cm 之指形管內，然後將其分別移入 8 與 10 ℃之定溫箱內，各貯存 1、2、3 及 4 與 1、2、3、4、5、6、7、8 及 9 週，待各處理貯存期滿後，將內有蜂蛹之指形管取出移至25℃定溫下，其中 8℃之各處理組僅記錄成蜂之羽化率，而 10℃之各處理組則記蜂蛹之發育日數與成蜂之羽化率。另設一未經低溫貯存之對照組。各進行 4 重複。

### 低溫貯存蜂蛹對成蜂生殖力（fertility）與致死寄主能力之影響

利用前項蜂蛹經 10℃低溫貯存 1、2、

3、4、5 及 8 週後正常羽化之成蜂為試材。在 25℃定溫下，將初羽化之一對雌、雄蜂引入 21 x 12 cm 之玻璃筒，每日早上 7 點，各處理除以細毛筆將純蜂蜜塗於玻璃筒內壁外，尚供應 1 株內有 40～50 隻寄主第三齡幼蟲潛食之罐插菜豆苗，直至供試蜂死亡為止。試驗期間，每日將各處理組所更換下內有被寄生寄主之菜豆苗移至 25℃下飼育直至子代成蜂羽化，並依錢與古[5]之方法，於接蜂後次晨，先利用透光法計數雌蜂對寄主幼蟲之致死總數（寄生致死數與取食致死數），7 日後再分別記錄雌蜂對寄主幼蟲之寄生數（寄生蜂蛹數）與取食寄主數（致死寄主總數－寄生蜂蛹數）及寄生致死寄主與取食致死寄主之比例等；待寄生蜂死亡後記錄成蜂壽命；子蜂羽化後再記錄雌蜂與雄蜂數及雌性比（♀／（♀+♂））。亦設一未經低溫貯存之對照組。各進行 9～17 重複。

### 溫度對成蜂貯存壽命與存活率之影響

將於 25℃下初羽化之 10 對成蜂引入 10 x 3 cm 之玻璃管，再將玻璃管分別放入 15、20、25 及 30℃等不同溫度之定溫箱，每日以細毛筆將純蜂蜜塗於玻璃管內壁供其取食，並記錄成蜂之壽命與日存活率，各進行 4～5 重複。

### 成蜂貯存對其生育力與致死寄主能力之影響

先將在 25℃下初羽化之成蜂每 10 對引入 10 x 3 cm 之玻璃管，再將玻璃管分別放置在 15 與 25℃之定溫下，15℃時各貯存 10、20、30、40、50 及 60 日，25℃時各貯存 10、20、30 及 40 日，期間每日以細毛筆將純蜂蜜塗於玻璃管內壁餵食。待各處理組成蜂貯存時間期滿後，移置 25℃定溫下，將其中一對雌、雄蜂引入 21 x 12 cm 之玻璃筒，各處理組每日如上項所述供應純蜂蜜與 1 株內有 40～50 隻寄主第三齡幼蟲潛食之罐插菜豆苗，直至供試蜂死亡為止。試驗期間，每日將各處理組所更換下內有被寄生寄主之菜豆苗移至 25℃下飼育直至子代成蜂羽化，且依錢與古[5]之方法，記錄各處理成蜂之壽命、子蜂數、子代雌性比（♀／（♀+♂））、致死寄主總數及寄生致死寄主與取食致死寄主之比例等。亦設一未經貯存之對照組。各進行 5～17 重複。

### 雌蜂之產卵與取食調節能力

利用前項成蜂貯存對其生育力與致死寄主能力試驗中之材料與方法，探測雌蜂當僅供應純蜂蜜、無寄主存在時之產卵與取食調節能力。試驗期間，每日將各處理組所更換下內有被寄生寄主之菜豆苗移至 25℃下飼育直至子代成蜂羽化，且依錢與古[5]之方法，記錄各處理組雌蜂每日之產卵寄生數與取食寄主數。亦設一未經貯存之對照組。各進行 5～17 重複。

### 統計分析

各項試驗資料除利用 SPSS（Statistical Products and Services Solutions）軟體先進行變方分析，再以最小顯著差（LSD）法或 $t$ 值測試法檢測，並採 $p \leq 0.05$ 顯著水準比較處理間之差異性。利用迴歸分析法顯示寄生蜂之各測試項目（$\hat{y}$），如蛹期、羽化率、雌蜂與雄蜂之壽命、雌蜂致死寄主總數、雌蜂寄生致死寄主數、雌蜂取食致死寄主數、雌蜂寄生致死寄主數與取食致死寄主數之比例、子蜂數及雌性比等與貯存期（x）之關係，並採 $p < 0.05$ 之顯著水準進行迴歸之變異數分析。當 $\hat{y} = b_0 + b_1x + b_2x^2$ 時，$\hat{y}$ 最大值之求法，係以 $x = -b_1/2b_2$ 代入前項公式求得[18]。

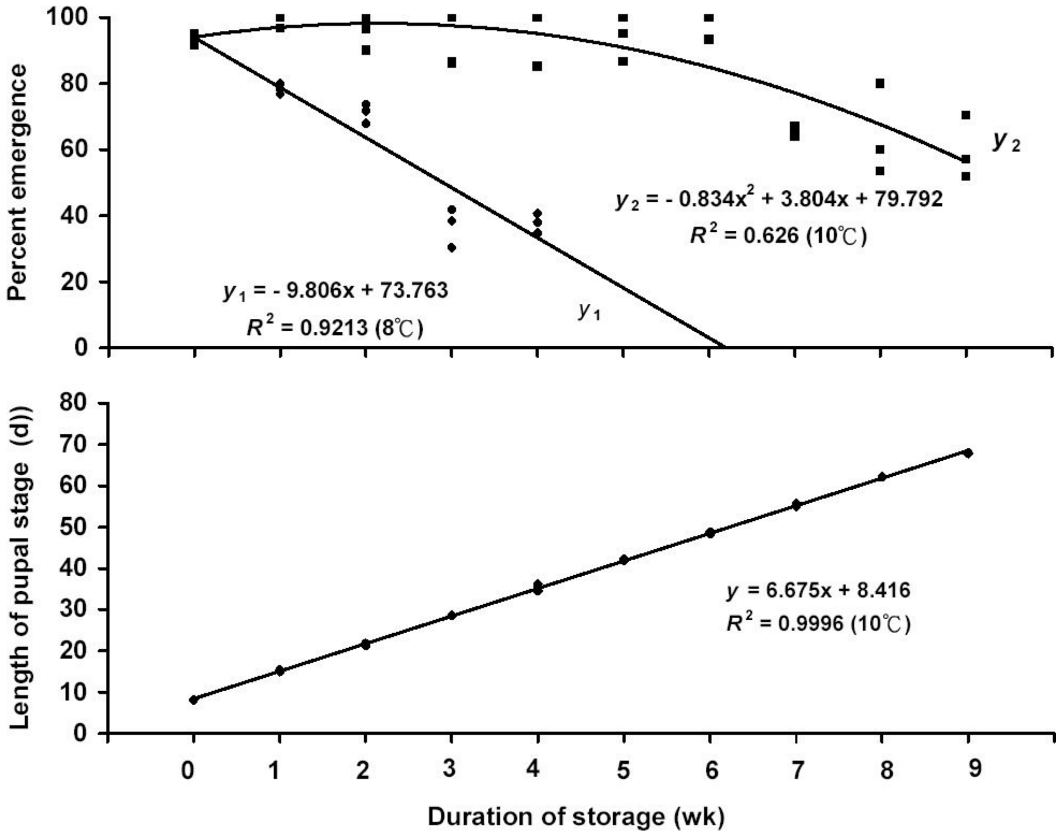
## 結　果

### 低溫貯存蜂蛹對蛹與發育之影響

第一日齡蜂蛹在 8 或 10℃貯存時，其

羽化率與蜂蛹貯存期各呈顯著之直線或二次迴歸關係（圖一）。蜂蛹在 8℃經貯存 1～4 週後之羽化率不僅均顯著較對照組降低，亦與蜂蛹在 10℃經貯存 1～4 週後各處理組之羽化率呈顯著差異；而蜂蛹在 10℃經貯存1～6週後之羽化率皆與對照組無顯著差異，僅經貯存 7～9 週後之羽化率較對照組顯著下降（表一）。顯示就羽化率而言，華釉小蜂第一日齡蜂蛹之最適貯存條件爲在 10℃下貯存 1～6 週。

10℃下華釉小蜂內含貯存時間之蛹期雖隨蜂蛹貯存期之延長而顯著增加，兩者呈顯著之直線迴歸關係（圖一）。但蜂蛹之發育在 10℃貯存期中亦緩慢進行，蜂蛹經 10℃貯存 2～9 週後移至 25℃下，所需羽化日數皆隨蜂蛹貯存期之延長而顯著減少，僅貯存 1 週者之羽化日數與對照組無顯著差異（表一）。




圖一、華釉小蜂蜂蛹經 8 或 10°C 貯存 0 至 9 週後在 25°C 下之羽化率與蛹期。

Fig. 1. Percent emergence and length of the pupal stage (including storing duration) of *Neochrysocharis formosa* at 25°C after pupae had been stored at 8 or 10°C for 0 to 9 weeks. Regression lines drawn for relationships where $p < 0.05$.

表一、華釉小蜂蛹經 8 與 10°C 下貯存 0 至 9 週後在 25°C 下之羽化率與蛹期 [1)]

Table 1. Percent emergence and length of the pupal stage ( $\bar{x}$ ± SE) of *Neochrysocharis formosa* at 25°C after pupae had been stored at 8 and 10°C for 0 to 9 weeks[1)]

| Duration of storage (wk) | Percent emergence | | Length of pupal stage at 10°C (d) | |
|---|---|---|---|---|
| | 8°C | 10°C | Storage duration included | Storage duration excluded |
| 1 | 78.4 ± 0.9Bb | 99.3 ± 0.7Aa | 15.2 ± 0.1i | 8.2 ± 0.1a |
| 2 | 71.1 ± 1.7Bc | 97.6 ± 1.4Aab | 21.6 ± 0.2h | 7.6 ± 0.2b |
| 3 | 36.9 ± 3.4Bd | 90.9 ± 4.5Ab | 28.6 ± 0.1g | 7.6 ± 0.1b |
| 4 | 37.8 ± 1.8Bd | 95.1 ± 4.9Aab | 35.4 ± 0.5f | 7.4 ± 0.1bc |
| 5 | - | 94.0 ± 3.9ab | 42.0 ± 0.1e | 7.0 ± 0.1c |
| 6 | - | 97.8 ± 2.2ab | 48.5 ± 0.1d | 6.5 ± 0.1d |
| 7 | - | 65.6 ± 0.9c | 55.2 ± 0.6c | 6.2 ± 0.2d |
| 8 | - | 64.5 ± 8.0c | 62.2 ± 0.0b | 6.2 ± 0.1d |
| 9 | - | 59.8 ± 5.5c | 67.8 ± 0.1a | 4.8 ± 0.1e |
| Control | 93.2 ± 1.0Aa | 93.2 ± 1.0Ab | 8.1 ± 0.1j | 8.1 ± 0.1a |

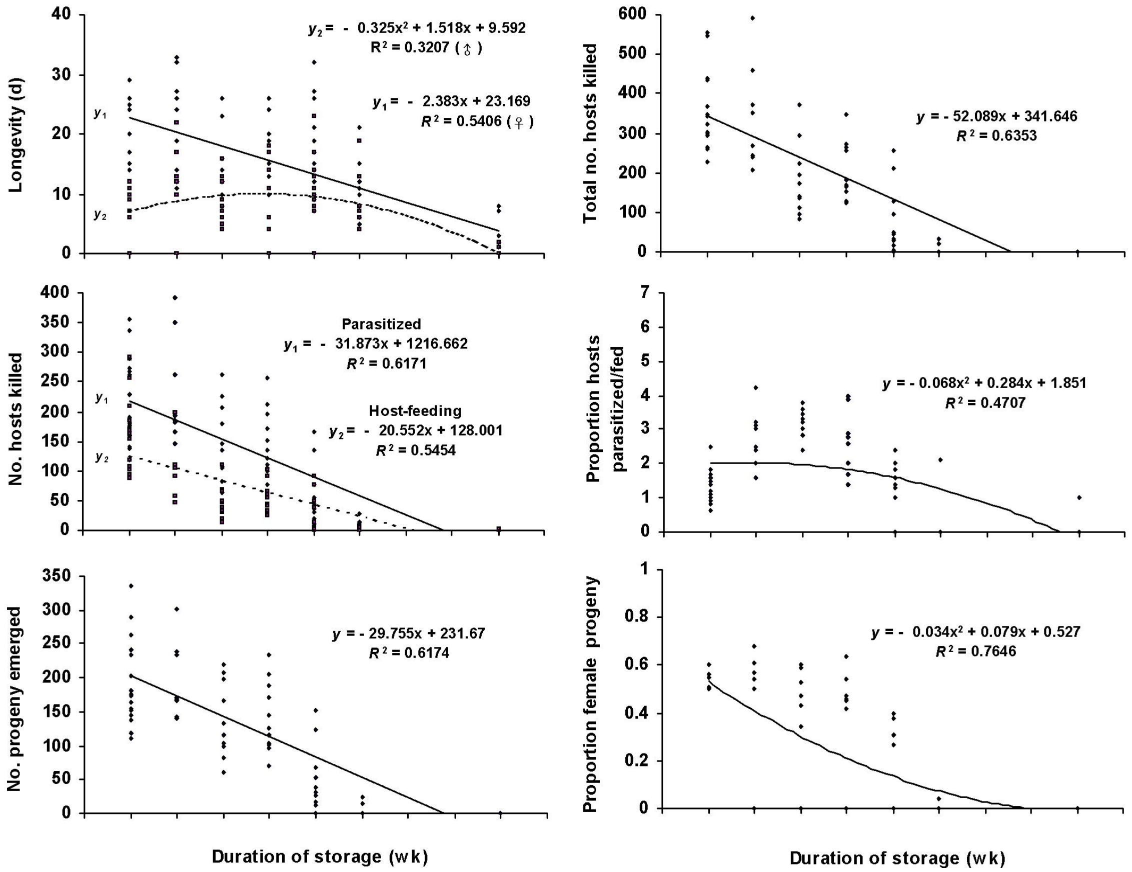
[1)] Means within each row followed by the same uppercase letter are not significantly different at $p \leqq 0.05$ (*t*-test). Means within each column followed by the same lowercase letter are not significantly different at $p \leqq 0.05$ (LSD). Percentages of emergence were transformed to arcsine $\sqrt{x}$ prior to the ANOVA test.

表二、華釉小蜂蛹經 10°C 貯存 0 至 8 週後在 25°C 下成蜂之壽命、生育力及致死寄主能力 [1)]

Table 2. Longevity, fertility, and host-killing capability ( $\bar{x}$ ± SE) of *Neochrysocharis formosa* adults at 25°C after pupae had been stored at 10°C for 0 to 8 weeks[1)]

| Duration of storag (wk) | *n* | Longevity (d) | | No. progeny produced/♀ | | No. hosts killed/♀ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Female | Male | No. adults emerged | Proportion of female | Parasitized (A) | Feeding (B) | Total | A/B |
| 1 | 9 | 22±3a | 14±2a | 214±26a | 0.58±0.03a | 238±29a | 93±16b | 331±43a | 2.6±0.2b |
| 2 | 10 | 15±2bc | 9±1bc | 139±18b | 0.49±0.04a | 151±21b | 47±9cd | 183±29b | 3.2±0.1a |
| 3 | 11 | 18±2ab | 11±2abc | 142±16b | 0.50±0.03a | 149±17b | 55±7c | 204±21b | 2.6±0.3b |
| 4 | 14 | 16±2b | 12±1ab | 37±13c | 0.34±0.03b | 41±14c | 22±8de | 62±22c | 1.7±0.2c |
| 5 | 10 | 11±2c | 8±2c | 4±3c | 0.02±0.02c | 4±3c | 1±1e | 6±4c | 0.2±0.2d |
| 8 | 13 | 3±1d | 1±0d | 0c | - | 0.1±0.1c | 0.4±0.2e | 0.5±0.2c | 0.1±0.1d |
| Control | 17 | 22±1a | 9±1bc | 202±18a | 0.54±0.02a | 213±17a | 172±17a | 385±31a | 1.4±0.1c |

[1)] Means in each column followed by the same letter are not significantly different at $p \leqq 0.05$ (LSD).




圖二、華釉小蜂蛹經 10°C 貯存 0 至 8 週後在 25°C 下成蜂之壽命、生育力及致死寄能力。

Fig. 2. Longevity, fertility, and host-killing capability of *Neochrysocharis formosa* adults at 25°C after pupae had been stored at 10°C for 0 to 8 weeks. Regression lines drawn for relationships where $p < 0.05$.

### 蜂蛹貯存對成蜂壽命、生育力及致死寄主能力之影響

第一日齡蜂蛹經 10℃低溫貯存後，在 25℃定溫、每日供應 40～50 隻寄主第三齡幼蟲與純蜂蜜時，其成蜂壽命、或子蜂數、或子代雌性比等均與蜂蛹貯存期呈顯著之直線或二次迴歸關係（圖二）。蜂蛹冷存 0～5 週時雌、雄蜂壽命較長，各為 11～22 與 8～14 日，而蜂蛹冷存 8 週時雌、雄蜂壽命僅各為 3 與 1 日；子蜂數方面，各處理組中僅蜂蛹冷存 1 週者與對照組無顯著差異；雌性比方面，蜂蛹冷存 1～3 週之各處理組皆與對照組無顯著差異（表二）。

雌蜂一生致死寄主總數、或寄生致死寄主數、或取食致死寄主數與蜂蛹貯存期均呈顯著之直線迴歸關係（圖二）。顯示僅蜂蛹冷存 1 週者之致死寄主總數或寄生致死寄主數與對照組無顯著差異；但不論蜂蛹冷存 1～8 週，各處理組之取食致死寄主數顯著較對照組減少 45.9～99.8 %（表二）。雌蜂一生寄生致死寄主數與取食致死寄主數之比例與蜂蛹貯存期呈顯著之二次迴歸關係（圖二）。該項比例，各處理組中僅蜂蛹冷存 4 週者與對照組無顯著差異（表二）。

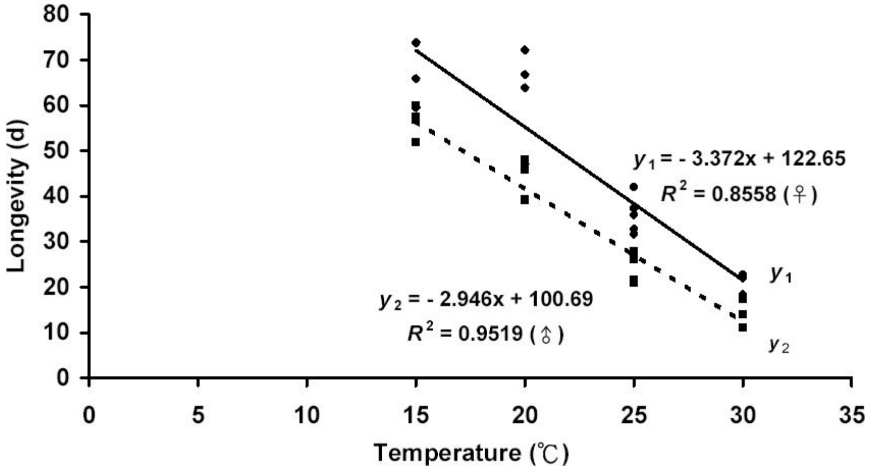
### 溫度對成蜂貯存時壽命與存活率之影響

華釉小蜂在 15～30℃定溫、僅以純蜂蜜餵食時，雌、雄蜂壽命均隨溫度之上升而縮短，兩者呈顯著之直線迴歸關係（圖三）。其中壽命最長者爲 15～20℃時，雌、雄蜂壽命之實測值各爲 62.6～68.3 與 55.7～56.6 日；而在 25℃時，雌、雄蜂壽命之實測值即各銳減爲 36.2 與 25.2 日。成蜂各日齡存活率亦隨貯存期內溫度之上升而降低，在 15～20℃下雌、雄蜂各貯存 55～57 與 33～45 日後之存活率仍高達 80 %；而在 25℃下雌、雄蜂各貯存 24 與 19 日，或在 30℃下雌、雄蜂貯存 10 日後之存活率即低於 80 %（圖四）。

### 成蜂貯存對其壽命、生殖力及致死寄主能力之影響

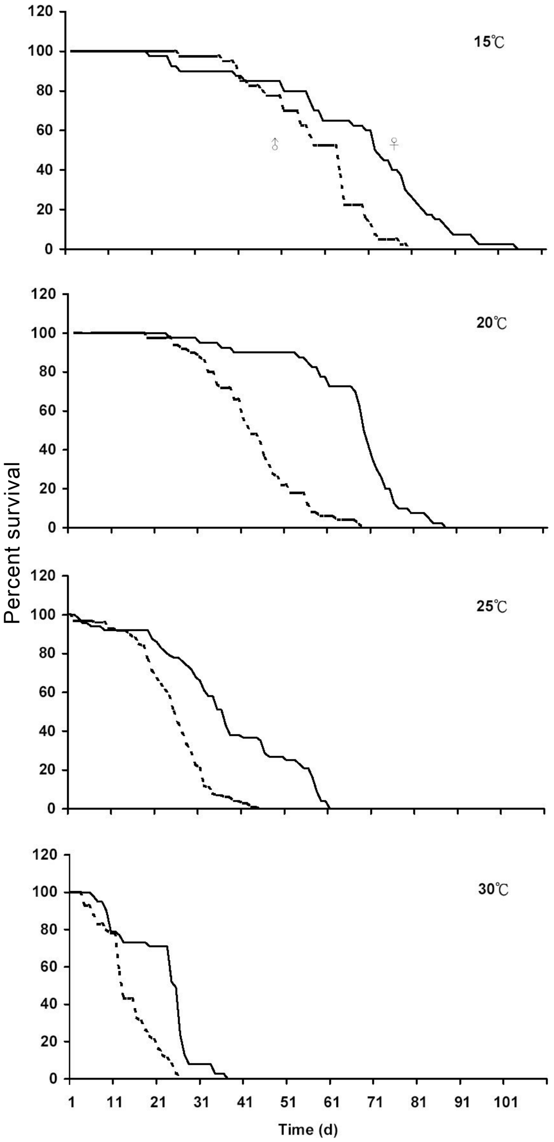
在 25℃定溫、每日供應 40～50 隻寄主第三齡幼蟲與純蜂蜜時，雌蜂壽命或子蜂數與雌蜂在 15 或 25℃下之貯存期各呈顯著之二次或直線迴歸關係；但子代雌性比卻與雌蜂在 15℃（$p$ = 0.0879）或 25℃（$p$ = 0.5845）下之貯存期無顯著直線關係。雌蜂壽命最長估測值爲在 15℃下貯存 57.8 日後之 65.1 日，或在 25℃下貯存 39.9 日後之 48.1 日（圖五）。雌蜂在 15℃下貯存 10～40 日，或在 25℃下貯存 10 日，各處理組之子蜂數均與對照組相當或更高；子代雌性比方面，除雌蜂在 15℃下貯存 60 日者因無子代外，其他各處理組之子代雌性比與對照組均無顯著差異（表三）。

雌蜂一生之致死寄主總數、或寄生致死寄主數、或取食致死寄主數、或寄生致死寄主與取食致死寄主之比例等，與該蜂在 15 或 25℃下之貯存期各呈顯著之二次或直線迴歸關係，其中致死寄主總數之最大估測值爲雌蜂在 15℃下貯存 14.2 日後之 424 隻（圖五）。顯示雌蜂在 15℃下貯存 10～40 日、或在 25℃下貯存 10 日，各處理組之致死寄主總數不僅與對照組無顯著差異，各處理組之寄生致死寄主數甚至與對照組相當或更多；但取食致死寄主數中，僅雌蜂在 15℃下貯存 10～20 日、或在 25℃下貯存 10 日者與對照組無顯著差異；另雌蜂在 15℃下貯存 40～50 日，或在 25℃下貯存 10 與 30 日，各處理組之寄生致死寄主與取食致死寄主之比例與對照組均無顯著差異（表三）。




圖三、供應純蜂蜜時華釉小蜂壽命與溫度之關係。

Fig. 3. Relationship between temperature and longevity of *Neochrysocharis formosa* fed with honey. Regression lines drawn for relationships where $p < 0.05$.




圖四、供應純蜂蜜時華釉小蜂成蜂日存活率與溫度之關係。

Fig. 4. Relationship between temperature and daily survival rates of adult *Neochrysocharis formosa* fed with honey.

### 雌蜂之產卵與取食調節能力

雌蜂不論在 15℃下隔離寄主貯存 10～50 日或在 25℃下隔離寄主貯存 10～40 日後，再遇寄主時確具產卵與取食調節能力；但雌蜂在 15℃下隔離寄主 60 日或在 25℃下隔離寄主 40 日後，前者完全喪失產卵能力，後者每日之取食寄主數竟反常地高於每日之產卵寄生數（圖六）。雌蜂在 15℃下貯存 10～30 日或在 25℃下貯存 10～20 日者，彼等日產卵型式或日取食寄主型式均與對照組最為近似。但當雌蜂在 15℃下貯存 40～50 日或在 25℃下貯存 30～40 日時，彼等日產卵型式或日取食寄主型式與對照組相較，不僅產卵或取食期縮短，產卵或取食高峰期亦縮短，甚至產卵高峰期明顯延後，此現象在 25℃下尤其明顯。總之，寄生能力方面，雌蜂僅餵食純蜂蜜在 15℃下貯存 10～40 日或在 25℃下貯存 10 日後，在 25℃下若遇寄主仍可發揮其全部或 129 %之寄生能力；但若雌蜂在 15 或 25℃下各貯存 50 與 20 日後，其寄生能力則各降為 55.4%與 73.3%；甚至雌蜂在 25℃貯存 30 與 40 日後，其寄生能力僅各剩 27.7%與 8.9%（表三）。取食寄主能力方面，雌蜂僅餵食純蜂蜜在 15℃下貯存 10～20 日或在 25℃下貯存 10 日後，在 25℃下若遇寄主仍可發揮其全部之取食寄主能力；但若雌蜂在 15 或 25℃下各貯存 30～40 與 20 日後，其取食寄主能力則各降為 64.0%～74.4%與 52.9%；甚至雌蜂在 15 或 25℃下各貯存 50 與 30～40 日後，其取食寄主能力僅各剩 37.8%與 29.7～34.3%（表三）。

## 討論與結論

### 華釉小蜂蜂蛹之貯存

寄生蜂蜂蛹貯存之條件需考量蛹齡、溫度、羽化率、發育日數及成蜂之生育力與致死寄主能力等。由本試驗結果得知，單就羽化率而言，華釉小蜂第一日齡蜂蛹最適貯存之溫度與期限為10℃下貯存1～6週，且在此貯存期中蛹仍緩慢發育。至於

表三、 華釉小蜂雌蜂經不同離寄主時間與兩種溫度貯存後在 25°C 下之壽命、生育力及致死寄主能力 1)

Table 3. Longevity, fertility, and host-killing capability ($\bar{x}$ ± SE) of female *Neochrysocharis Formosa* at 25°C after females had been stored and isolated from the hosts for various durations at 2 temperature regimes[1)]

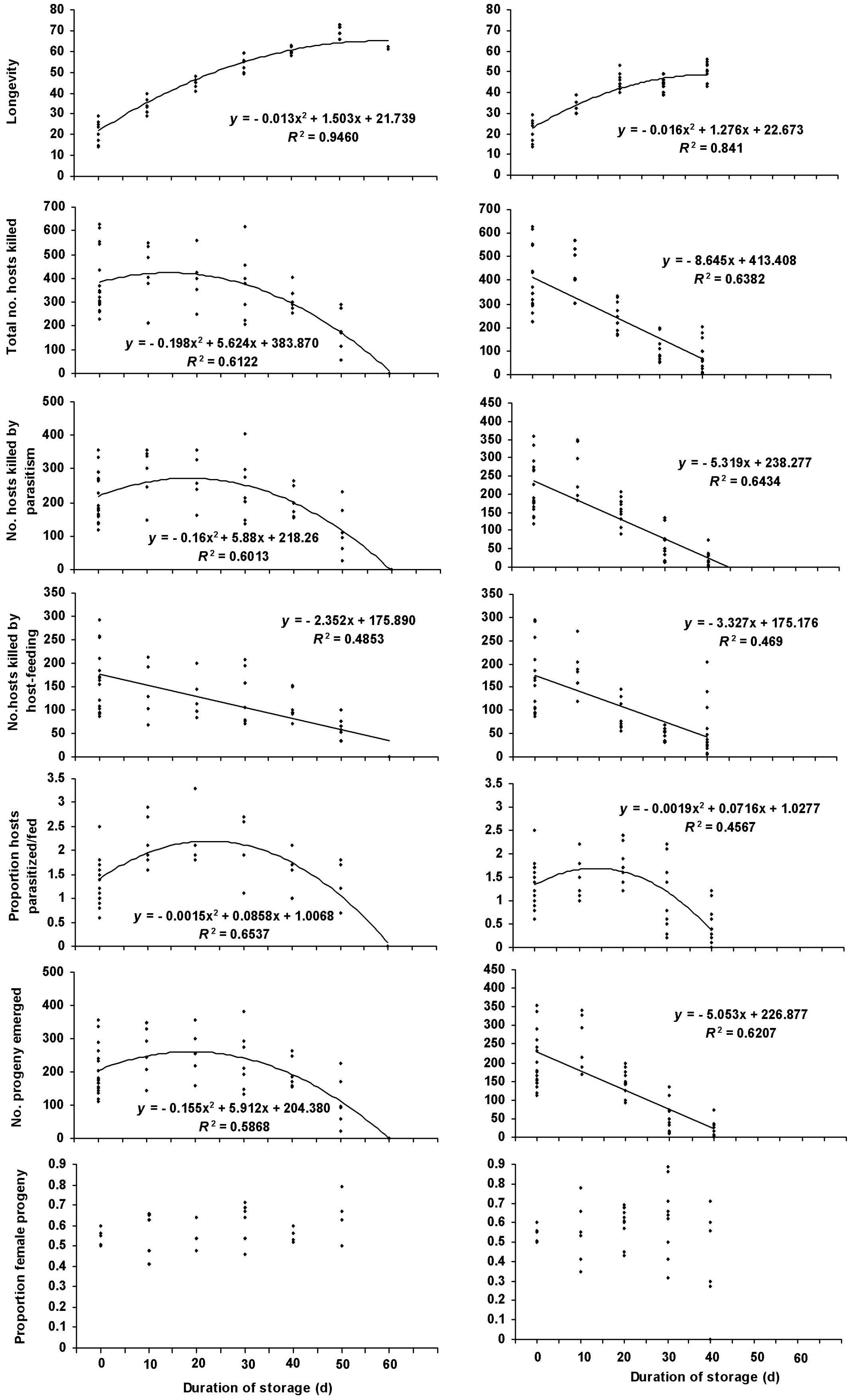
| Duration of storage (d) | *n* | Longevity (d) | No. progeny produced/♀ | | No. hosts killed/♀ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | No. of adults emerged | Proportion of female | Parasitized (A) | Feeding (B) | Total | A/B |
| 15 °C | | | | | | | | |
| 10 | 6 | 34±2f | 261±31a | 0.57±0.05ab | 288±33a | 139±22abc | 427±51a | 2.2±0.2a |
| 20 | 5 | 45±1de | 258±34ab | 0.55±0.05ab | 268±34ab | 128±21bc | 396±50ab | 2.2±0.3a |
| 30 | 7 | 54±1c | 234±33ab | 0.62±0.04a | 240±36ab | 128±22c | 368±54ab | 2.0±0.2ab |
| 40 | 6 | 60±1b | 197±19abc | 0.55±0.01ab | 200±19bc | 110±13cd | 310±22bc | 1.6±0.2abcd |
| 50 | 6 | 70±1a | 112±30de | 0.65±0.06a | 117±31de | 65±9de | 181±37de | 1.3±0.2cd |
| 60 | 6 | 61±0b | 0f | - | 0f | 0f | 0g | - |
| 25 °C | | | | | | | | |
| 10 | 6 | 34±2f | 256±30ab | 0.55±0.06ab | 266±31ab | 188±21a | 454±4a | 1.5±0bcd |
| 20 | 12 | 45±1e | 148±11cd | 0.57±0.03a | 186±24cd | 91±10cde | 245±20cd | 1.8±0.1abc |
| 30 | 10 | 43±1e | 56±14ef | 0.63±0.06a | 59±14ef | 51±4e | 110±17ef | 1.1±0.2d |
| 40 | 12 | 50±1d | 18±6f | 0.43±0.09b | 18±7f | 59±18e | 77±20gf | 0.4±0.1e |
| Control | 17 | 22±1g | 202±18b | 0.54±0.02ab | 213±17b | 172±17ab | 385±31ab | 1.4±0.1d |

1) Means in each column followed by the same letter are not significantly different at $p \leqq 0.05$ (LSD).

羽化後成蜂之生育力與致死寄主能力，僅蜂蛹貯存 1 週者與對照組無顯著差異，其餘各處理組之壽命、致死寄主總數及子蜂數等均受蜂蛹貯存期之影響。如蜂蛹貯存 2～3 與 4～8 週者，其雌蜂壽命較對照組各減少 18.2～31.8 %與 27.0～86.4 %，致死寄主總數顯著較對照組各減少 47.0～52.5 %與 83.9～99.9 %，子蜂數顯著較對照組各減少 29.7～31.2 %與 81.7～100 %，甚至蜂蛹貯存 4 與 5 週者，子代雌性比顯著較對照組各減少 37.0 %與 96.3 %。綜合而論，華釉小蜂第一日齡蜂蛹最適之貯存條件爲在 10℃下貯存 1 週，其次爲在 10℃下貯存 2～3 週。

### 華釉小蜂成蜂之貯存

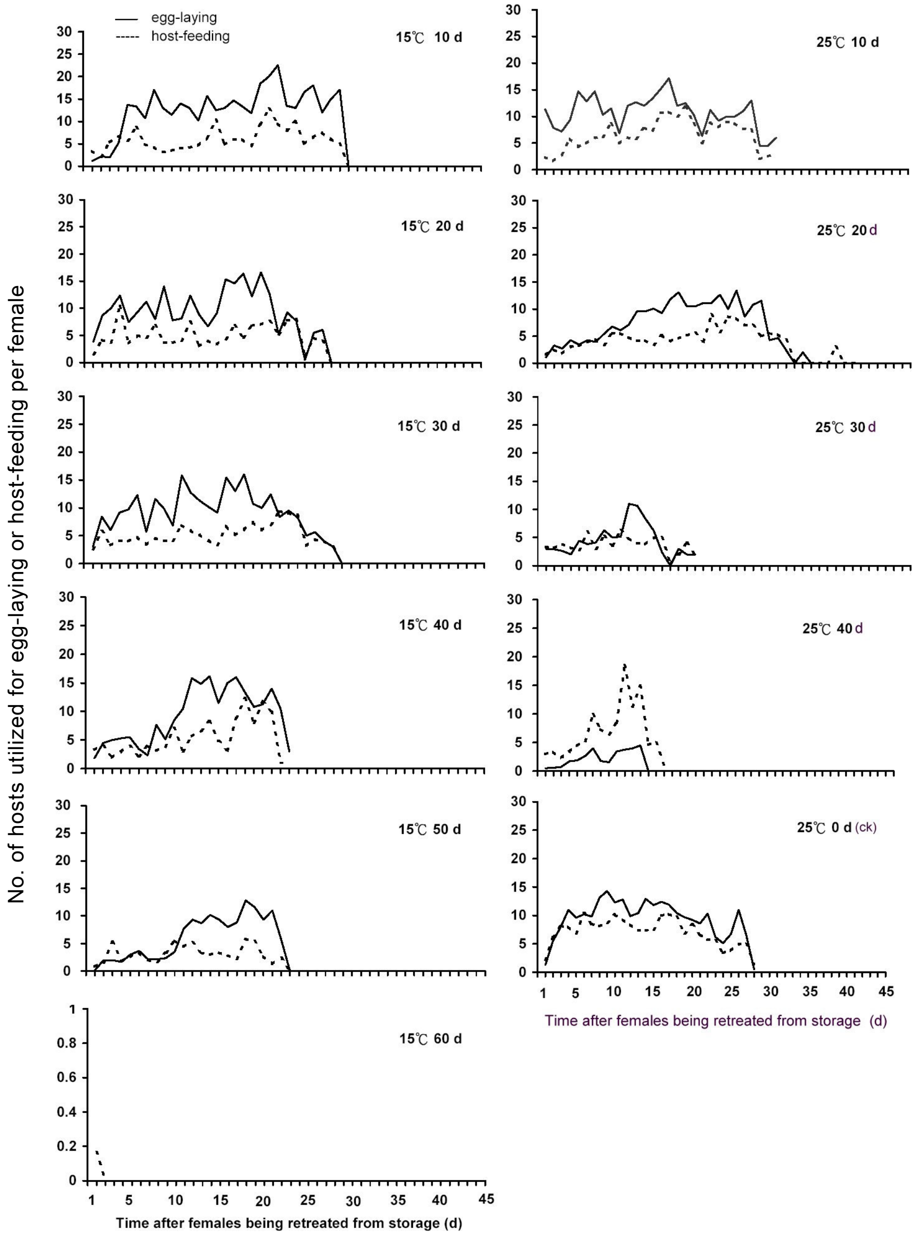
寄生蜂成蜂貯存之條件需考量食物、溫度、空間及成蜂貯存後之生育力與致死寄主能力等。由本試驗結果得知，單就壽命而言，成蜂以純蜂蜜餵食時，以 15℃時壽命最長。但若考量成蜂貯存後之生育力與致死寄主能力時，發現雌蜂在 15℃下貯存 10～40 日或在 25℃下貯存 10 日後，前述兩項特性完全不受低溫貯存影響；而雌蜂在 15℃下貯存 50 日或 25℃下貯存 20 與 30 日後，不但致死寄主總數顯著較對照組各減少 53.0 %或 36.4 與 71.4 %，其子蜂數亦顯著較對照組各減少 44.6 %或 26.7 與 72.3 %。因而推論，華釉小蜂不論在繁殖或釋放時，雌蜂最適之貯存條件爲在供食純蜂蜜情況，於 15℃下貯存 10～40 日或在



Longevity
y = - 0.013x2 + 1.503x + 21.739
R2 = 0.9460
y = - 0.016x2 + 1.276x + 22.673
R2 = 0.841
Total no. hosts killed
y = - 0.198x2 + 5.624x + 383.870
R2 = 0.6122
y = - 8.645x + 413.408
R2 = 0.6382
No. hosts killed by parasitism
y = - 0.16x2 + 5.88x + 218.26
R2 = 0.6013
y = - 5.319x + 238.277
R2 = 0.6434
No.hosts killed by host-feeding
y = - 2.352x + 175.890
R2 = 0.4853
y = - 3.327x + 175.176
R2 = 0.469
Proportion hosts parasitized/fed
y = - 0.0015x2 + 0.0858x + 1.0068
R2 = 0.6537
y = - 0.0019x2 + 0.0716x + 1.0277
R2 = 0.4567
No. progeny emerged
y = - 0.155x2 + 5.912x + 204.380
R2 = 0.5868
y = - 5.053x + 226.877
R2 = 0.6207
Proportion female progeny
Duration of storage (d)
Duration of storage (d)

圖五、 華釉小蜂雌蜂經不同隔離寄主時間與兩種溫度貯存後在 25°C 下之壽命、生育力及致死寄主能力。

Fig. 5. Longevity, fertility, and host-killing capability of female *Neochrysocharis formosa* at 25°C after females had been stored and isolated from the hosts for various durations at 2 temperature regimes. Regression lines drawn for relationships where $p < 0.05$.




圖六、經不同隔離寄主時間與溫度處理後華釉小蜂之日產卵與取食寄主型式。

Fig. 6. Daily oviposition and host-feeding patterns of female *Neochrysocharis formosa* after females had been stored and isolated from the hosts for various durations at 2 temperature regimes.

25℃下貯存 10 日，其次為在 15℃下貯存 50 日或在 25℃下貯存 20 日。

### 華釉小蜂貯存之適當蟲期與條件

進行害蟲生物防治時，為配合害蟲之發生，常需貯存天敵以備適時釋放，如此天敵之貯存蟲期與條件即為害蟲生物防治成敗的關鍵之一。就本試驗結果得知，相較華釉小蜂蜂蛹與成蜂貯存後對其生育力與致死寄主能力之影響，本文建議華釉小蜂貯存之最適蟲期與條件為雌蜂在 15 或 25℃下餵食純蜂蜜各貯存 10～40 或 10 日、或第一日齡蛹在 10℃下貯存 1 週，其次為雌蜂在 15 或 25℃下餵食純蜂蜜各貯存 50 或 20 日、或第一日齡蛹在 10℃下貯存 2～3 週。

### 華釉小蜂之產卵調節策略

寄生蜂卵之形成方式可分為原定式產卵（proovigenic）與應變式產卵（synovigenic）兩型[19]。原定式產卵者雌蜂壽命短、產卵期短、日產卵數變化大、無取食寄主習性、排卵自發性、將卵貯存於貯卵腔內而調節產卵；應變式產卵者雌蜂壽命長、產卵期長、日產卵數依微卵管數而約為固定、雌蜂藉取食寄主之方式獲得營養並供成熟卵之持續形成、排卵受外界因子影響非自發性、以卵吸收（oosorption）方式調節產卵時機。Bell and Bohm 亦認為採取應變式產卵繁殖策略之寄生蜂，在不適繁衍環境下常以卵吸收之方式調節產卵時機，從而保存生殖資源並獲得與寄生用適齡寄主同時發生之同律性（synchronism）[12]。華釉小蜂依生物性其卵形成之方式屬應變式產卵[7, 9]。本試驗雖未探究該蜂在隔離寄主後是否有卵吸收現象，但研究結果顯示雌蜂僅餵食純蜂蜜在 15 或 25℃定溫下貯存 10～40 或 10 日後，再遇寄主時仍可維持原來未經貯存之生育力，而在 15 或 25℃定溫下，其產卵調節期雖可各延長 50 或 20 日，但寄生能力卻各降為 55.4 或 73.3 %，甚至在 15 或 25℃下產卵調節期各長達 60 或 30 日者，寄生能力銳減至 0 或 27.7 %。由此推知華釉小蜂當棲所環境不穩定致使其與寄主同律性遭受破壞時，其在 15℃下適應性雖較大，但在 25℃下之適應性卻仍有限。為發揮華釉小蜂對非洲菊斑潛蠅之抑制效果，建議田間防治非洲菊斑潛蠅時除慎選對寄生蜂無毒或低毒之選擇性藥劑外，尚應注意藥劑之殘效期避免超過寄生蜂之產卵調節時限及在田間供應寄生蜂之蜜源以延長寄生蜂之壽命。

### 華釉小蜂與異角釉小蜂產卵調節能力之比較

華釉小蜂與異角釉小蜂（*Hemiptarsenus varicornis* (Girault)）同為臺灣地區非洲菊上非洲菊斑潛蠅之有效寄生蜂[1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]。但兩蜂在隔離寄主狀態下華釉小蜂之產卵調節能力卻較優於異角釉小蜂。其因為在供食純蜂蜜情況下，異角釉小蜂雌蜂僅在 15℃定溫下貯存 10 日再遇寄主時可維持其原來未經貯存之生育力，但雌蜂若在 15 或 25℃定溫下貯存 20～30 或 10～15 日後，其寄生能力均大幅下降為 56.4～68.6 %[11]。反觀華釉小蜂雌蜂在 15 或 25℃定溫下，當其調節產卵期各延長為 40 或 10 日時仍可維持原來未經貯存之生育力，僅在 15 或 25℃定溫下調節產卵期各長達 50 或 20 日時，其寄生能力才各下降為 55.4 或 73.3 %。

## 謝　辭

本研究承行政院農業委員會 83 科技-1.3-糧-24 (13) 計畫補助部分經費，試驗期間承李佳靜小姐協助飼蟲，謹此一併致謝。

## 引用文獻

1. 林鳳琪、王清玲。1992。非洲菊斑潛蠅

寄生蜂之種類及發生調查。中華昆蟲 12：247-257。
2. 詹根祥、曾玲、梁廣文、張維球。2000。麗潛蠅姬小蜂的產卵行爲與寄主齡期選擇性。生態學報(增刊)20：259-263。
3. 錢景秦、古琇芷。1996。非洲菊斑潛蠅之形態、生活史及繁殖力。中華農業研究 45：69-88。
4. 錢景秦、古琇芷。1998。非洲菊斑潛蠅（雙翅目：潛蠅科）與其寄生蜂在非洲菊園之發生消長。中華昆蟲 18：187-197。
5. 錢景秦、古琇芷。2001a。五種非洲菊斑潛蠅寄生蜂（膜翅目：釉小蜂科、小繭蜂科）對寄主齡期之偏好性。台灣昆蟲 21：89-97。
6. 錢景秦、古琇芷。2001b。異角釉小蜂（*Hemiptarsenus varicornis*）（膜翅目：釉小蜂科）之外形與生活史。台灣昆蟲 21：247-255。
7. 錢景秦、古琇芷。2001c。華釉小蜂（*Neochrysocharis formosa*）（膜翅目：釉小蜂科）之外形與生活史。台灣昆蟲 21：383-393。
8. 錢景秦、古琇芷。2002。非洲菊斑潛蠅兩種寄生蜂（膜翅目：釉小蜂科）之種內競爭。台灣昆蟲 22：279-290。
9. 錢景秦、古琇芷、張淑貞。2005a。溫度對華釉小蜂（膜翅目：釉小蜂科）族群增長與致死寄主能力之影響。植保會刊 47：87-101。
10. 錢景秦、古琇芷、張淑貞。2005b。異角釉小蜂（膜翅目：釉小蜂科）之貯存與產卵調節能力。台灣昆蟲 25：9-21。
11. 錢景秦、張淑貞、古琇芷。2004。溫度對異角釉小蜂（膜翅目：釉小蜂科）族群增長與致死寄主能力之影響。台灣昆蟲 24：91-105。
12. Bell, W. J., and Bohm, M. K. 1975. Oosorption insects. Biol. Rev. 50: 373-396.
13. Boucek, Z., and Askew, R. R. 1968. Palearctic Eulophidae (excl. Tetrastichinae). p. 125. Paris.
14. Johnson, M. W. 1987. Parasitization of *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) infesting commercial watermelon plantings in Hawaii. J. Econ. Entomol. 80: 56-61.
15. LaSalle, J., and Parrella, P. 1991. The chalcidoid parasites (Hymenoptera, Chalcidoidae) of economically important *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) in North America. Proc. Entomol. Soc. Wash. 93: 571-591.
16. Lema, K. M., and Poe, S. L. 1978. Juvenile hormone analogues: effects of ZR-777 on *Liriomyza sativae* and its endoparasite. Fla. Entomol. 61: 67-68.
17. Minkenberg, O. P. J. M., and van Lenteren, J. C. 1986. The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. Agric. Univ. Wageningen Papers 86-2. 50 pp.
18. Neter, J., and Wasserman, W. 1974. Applied linear statistical models. Vol. I. Regression, pp. 291-292. Richard D. Irwin, London. 842 pp.
19. Price, P. W. 1974. Strategies for egg production. Evolution 28: 76-84.
20. Schreiner I., Nafus, D., and Bjork, C. 1986. Control of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Dipt.: Agromyzidae) on yard-long (*Vigna unguiculata*) and pole beans (*Phaseolus vulgaris*) on Guam: effect on yield loss and parasite numbers. Trop. Pest Manage. 32: 333-337, 361, 365.
21. Schuster, D. J., Musgrave, C. A., and

Jones, J. P. 1979. Vegetable leafminer *Liriomyza sativae* and parasite emergence from tomato foliage sprayed with oxamyl. J. Econ. Entomol. 72: 208-210.

22. Tryon, E. H. Jr., and Poe, S. L. 1981. Developmental rates and emergence of vegetable leafminer pupae and their parasites reared from celery foliage *Liriomyza sativae*. Fla. Entomol. 64: 477-483.

23. Yoshmoto, C. M. 1978. Revision of the subgenus *Achrysocharella* girault of America north of Mexico (Chalcidoidea, Eulophidae: *Chrysonotomyia* Ashmead). Can. Entomol. 110: 697-719.

# ABSTRACT

**Chien, C. C.*, Ku, S. C., and Chang, S. C. 2005. Study of the storage and oviposition-regulating capability of *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae).** Plant Prot. Bull. 47: 213-227. (Division of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung 413, Taiwan (ROC))

In this study, we investigated the suitable life stages and conditions for storage of the wasp, *Neochrysocharis formosa* (Westwood). The wasp's oviposition-regulating capability after storage was also determined. Results showed that there was a significant difference in the percent emergence between 1-day-old pupae stored at 8°C for 1-2 weeks ( % emergences of 71.1-78.4 %) and the control ( % emergence of 93.2 %). However, the percent emergence did not decrease if the 1-day-old pupae were stored at 10°C for 1-6 weeks. Emerged from the pupae previously stored at 10°C for 1 week, and followed by rearing at 25°C with honey and host (*Liriomyza trifolii* (Burgess)), the wasps were not affected by the storage conditions in their capability of host-killing and offspring production, while emerged from the pupae previously stored at 10°C for 2-3 week the wasp's female longevity, host-killing capability, and offspring production decreased by 18.2-31.8 %, 47.0-52.5 %, and 29.7-31.2 %, respectively, compared to those of the controls. Adults were fed only with honey at between 15 and 30°C for various time periods for the study of storage conditions. It was found that mean adult longevity was the highest under the 15°C storage conditions with the female and male longevity of 68.3 and 56.6 days, respectively. In addition, the survival rate still reached 80 % after female and male had been stored for 55 and 45 days, respectively. After the end of the storage periods, wasps were kept at 25°C with both honey and hosts to evaluate their capability for host-killing and offspring production. The results revealed that the host-killing capability and fertility of the wasps were not influenced after the adults had been stored at 15°C for 10-40 days or 25°C for 10 days, respectively. However, the host-killing capability and the total offspring production significantly decreased after the adult wasps had been stored at 15°C for 50 days or 25°C for 20 days, respectively. For both mass production and field release of *N. formosa*, the suitable conditions to store the colony according to priority are (1) female wasps at 15°C for 10-40 days or 25°C for 10 days, or 1-day-old pupae at 10°C for 1 week, (2) female wasps at 15°C for 50 days or 25°C for 20 days, or 1-day-old pupae at 10°C for 2-3 weeks. Female wasp has an ability to self-regulate oviposition in response to different storage conditions. Under the storage conditions at 15°C for 10-30 days or 25°C for 10-20 days, female *N. formosa* shows a comparable daily oviposition pattern to the control. However the oviposition schedules and the occurrence of the peak oviposition period under other storage conditions were shorter and later than that of the control, these differences were most apparent at 25℃.

(Key words: *Neochrysocharis formosa*, *Liriomyza trifolii*, storage, host-killing capability, oviposition-regulating capability)

*Corresponding author. E-mail: chien@wufeng.tari.gov.tw